

Rec'd PCT/PTO 29 OCT 2004

40/510955
T/JP 2004/001261

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

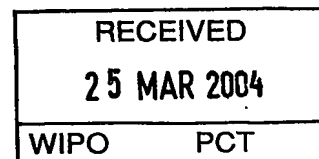
06. 2. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 2月 7日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-030676
[ST. 10/C]: [JP2003-030676]



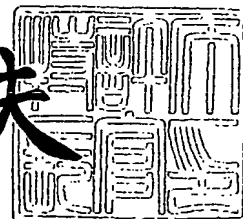
出 願 人
Applicant(s): 日本電信電話株式会社

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 3月11日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2004-3018938

【書類名】 特許願

【整理番号】 NTTH146811

【提出日】 平成15年 2月 7日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01L 15/28

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 小林 和則

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 古家 賢一

【特許出願人】

【識別番号】 000004226

【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

【識別番号】 100123788

【弁理士】

【氏名又は名称】 宮崎 昭夫

【電話番号】 03-3585-1882

【選任した代理人】

【識別番号】 100106297

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 克博

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 201087

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 反響消去方法、装置、およびプログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 反響消去方法であって、

複数のマイクロホンの各々で受音されたマイクロホン受音信号および受話信号から、送話区間、受話区間、および雑音区間を判定する送受話判定段階と、

前記マイクロホン受音信号および前記受話信号から共分散行列を算出する共分散行列算出段階と、

前記送受話判定段階の判定結果に基づき、前記共分散行列を送話区間、受話区間、および雑音区間ごとに記憶する共分散行列記憶段階と、

前記共分散行列に基づく演算式を用いて雑音およびエコーを抑圧する複数チャネルのフィルタ係数を算出するフィルタ係数算出段階と、

前記受話信号および前記マイクロホン受音信号を、前記複数チャネルのフィルタ係数で、各々フィルタリングする複数のフィルタ段階と、

前記複数のフィルタ段階の出力信号を加算する加算段階とを有する反響消去方法。

【請求項 2】 前記送受話判定段階において送話区間と判定された場合に、前記マイクロホン受音信号から音源位置を検出する音源位置検出段階をさらに有し、

前記共分散行列記憶段階は、前記送受話判定段階の判定結果および音源位置検出段階の検出結果に基づき、前記共分散行列を音源位置、受話区間、および雑音区間ごとに記憶する、請求項 1 に記載の反響消去方法。

【請求項 3】 前記各音源位置に対する感度拘束の重み $C_{S1} \sim C_{Sn}$ を、過去に発音した音源に対する重みほど減少させる、請求項 1 に記載の反響消去方法。

【請求項 4】 前記フィルタ係数算出段階が、各々の共分散行列
【外 1】

$R_{xx}(\omega)$

の対角成分

【外 2】

$$\text{diag}(\mathbf{R}_{xx}(\omega))$$

と任意の $M+1$ 行の行列

【外 3】

 \mathbf{D}

に基づく重み

【外 4】

$$1/\{\mathbf{D}^H \text{diag}(\mathbf{R}_{xx}(\omega))\mathbf{D}\}$$

を各々の共分散行列

【外 5】

$$\mathbf{R}_{xx}(\omega)$$

に乘じ白色化してから、フィルタ係数を算出する、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の反響消去方法。

【請求項 5】 前記共分散行列記憶段階が、過去に記憶されている共分散行列と、前記共分散行列算出部により新たに算出された共分散行列を平均して、現在の共分散行列として記憶する、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の反響消去方法。

【請求項 6】 反響消去装置であって、

複数のマイクロホンの各々で受音されたマイクロホン受音信号および受話信号から、送話区間、受話区間、および雑音区間を判定する送受話判定手段と、

前記マイクロホン受音信号および前記受話信号から共分散行列を算出する共分散行列算出手段と、

前記送受話判定手段の判定結果に基づき、前記共分散行列を送話区間、受話区間、および雑音区間ごとに記憶する共分散行列記憶手段と、

前記共分散行列に基づく演算式を用いて雑音およびエコーを抑圧する複数チャ

ネルのフィルタ係数を算出するフィルタ係数算出手段と、

前記受話信号および前記マイクロホン受音信号を、前記複数チャネルのフィルタ係数で、各々フィルタリングする複数のフィルタ手段と、

前記複数のフィルタ手段の出力信号を加算する加算手段とを有する反響消去装置。

【請求項 7】 請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の反響消去方法をコンピュータに実行させるための反響消去プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は反響消去方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

図 4 は従来例の反響消去装置のブロック図である。

【0003】

この従来の反響消去装置はスピーカ 101 とマイクロホン 102₁～102_M と雑音抑圧部 21 とエコー抑圧部 22 により構成される。雑音抑圧部 21 は有音・無音検出部 217 と共分散行列算出部 218 と共分散行列記憶部 219 とフィルタ係数算出部 215 とフィルタ部 213₁～213_M と加算器 214 により構成され、エコー抑圧部 22 は減算器 226 と擬似エコー生成部 225 により構成される。

【0004】

図 4 の反響消去装置は、雑音抑圧部 21（例えば、特許文献 1 の図 1、PP. 8～15 参照）とエコー抑圧部 22（例えば、特許文献 2 の図 1、PP. 1～3 参照）が独立に存在した構成となっている。

【0005】

雑音抑圧部 21 は、目的音源から発せられた音を、複数のマイクロホン 102₁～102_M により受音し、それらの信号から有音区間と無音区間を有音・無音検出部 217 で検出する。共分散行列算出部 218 はマイクロホン受音信号から共

分散行列を算出し、有音区間の場合には目的音の共分散行列、無音区間の場合には雑音の共分散行列として、共分散行列記憶部 219 に記憶する。フィルタ係数算出部 215 は、記憶された共分散行列から目的音を収音し、雑音を抑圧するフィルタ係数を求める。フィルタ部 213₁～213_Mは、算出されたフィルタ係数で受信信号を各々フィルタリングする。加算器 214 はそれらの出力を加算することにより雑音を抑圧した目的音を得る。

【0006】

エコー抑圧部 22 は、雑音抑圧部 21 の出力信号と受話信号を用いて、スピーカ 101 と雑音抑圧部 21 の出力の間の伝達特性を推定し、推定された伝達特性を送話信号に畳込むことで擬似エコー信号を生成する。この擬似エコー信号を雑音抑圧部出力信号より差し引くことでエコーを抑圧した送話信号を出力する。

【0007】

しかし、エコー抑圧部 22 の適応動作は、受話信号のみが存在する場合に行われるため、送話音声が存在しているときのエコー経路伝達特性（スピーカ 101 からエコー抑圧部 22 の入力までの伝達特性）の変動には追従できない。一方、雑音抑圧部 21 の適応動作は、送話音声が存在する場合に行われるため、送話音声が存在する期間に雑音抑圧部 21 の伝達特性が変動し、エコー経路伝達特性が変動する。

【0008】

このように、図 4 の反響消去装置では、送話音声が存在する期間、雑音抑圧部 21 の動作によりエコー経路伝達関数に変動するが、エコー抑圧部 22 はその変動に追従できなく、エコー消去性能が低下するという欠点がある。

【0009】

【特許文献 1】

特開 2002-62895 号公報

【特許文献 2】

特開平 5-244043 号公報

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

複数のマイクロホンを用いた雑音抑圧技術とエコー抑圧技術を接続した場合、雑音抑圧技術が送話中に動作するため、エコー経路伝達特性が変動する。一方、エコー抑圧技術の適応動作は、受話信号のみが存在する期間にしか行えない。このため、送話中のエコー経路変動に対し、エコー抑圧が追従できず、エコー抑圧性能が低下するという問題がある。

【0011】

本発明の目的は、複数のマイクロホンを用いた雑音抑圧技術とエコー抑圧技術を接続する場合において、雑音抑圧部による送話時のエコー経路伝達特性の変動が生じても高いエコー抑圧を維持する反響消去方法、装置、およびプログラムを提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明の反響消去方法は、

複数のマイクロホンの各々で受音されたマイクロホン受音信号および受話信号から、送話区間、受話区間、および雑音区間を判定する送受話判定段階と、

マイクロホン受音信号および受話信号から共分散行列を算出する共分散行列算出段階と、

送受話判定段階の判定結果に基づき、共分散行列を送話区間、受話区間、および雑音区間ごとに記憶する共分散行列記憶段階と、

共分散行列に基づく演算式を用いて雑音およびエコーを抑圧する複数チャネルのフィルタ係数を算出するフィルタ係数算出段階と、

受話信号およびマイクロホン受音信号を、複数チャネルのフィルタ係数で、各々フィルタリングする複数のフィルタ段階と、

複数のフィルタ段階の出力信号を加算する加算段階とを有する。

【0013】

本発明は、受話信号、マイクロホン受音信号の共分散行列を保存することで、雑音抑圧とエコー抑圧を実現するためのフィルタ係数の算出を同時に行い、送話時であってもエコー消去の適応を実現する。これにより、雑音抑圧部による送話時のエコー経路伝達特性の変動が生じても高いエコー抑圧を実現することができ

る。

【0014】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0015】

(第1の実施形態)

図1は本発明の第1の実施形態の反響消去装置のブロック図である。

【0016】

本実施形態の反響消去装置はスピーカ101とマイクロホン102₁～102_Mとフィルタ103₁～103_Mおよび104と加算器105と送受話判定部106と共分散行列算出部107と共分散行列記憶部108とフィルタ係数算出部109により構成される。

【0017】

本実施形態は、送話区間、受話区間、および雑音区間に対する共分散行列を保存しておき、これらを用いて、雑音とエコーを抑圧するフィルタ係数を求める。これらのフィルタ係数でマイクロホン受音信号と受話信号をフィルタリングすることで、雑音とエコーを抑圧した送話信号を得るものである。

【0018】

まず、送受話判定部106では、マイクロホン102₁～102_Mで受音したマイクロホン受音信号および受話信号のパワーから、送話区間、受話区間、および雑音区間を検出する。例えば、送話信号について、短時間平均パワー（0.1～1s程度）と長時間平均パワー（1s～100s程度）を求め、短時間平均パワーと長時間平均パワーの比が送話の閾値を超える場合に送話区間と判定する。また、それぞれのマイクロホン受音信号について、短時間平均パワー（0.1～1s程度）と長時間平均パワー（1s～100s程度）を求め、短時間平均パワーと長時間平均パワーの比が受話の閾値を超える場合に受話区間と判定し、雑音の閾値未満の場合に雑音区間と判定する。

【0019】

次に、共分散行列算出部107では、マイクロホン受音信号および受話信号の

共分散を求め、それを行列にする。まず、マイクロホン受信信号の周波数領域変換信号を $X_1(\omega) \sim X_M(\omega)$ とし、受話信号の周波数領域変換信号を $Z(\omega)$ とする。これらの信号の共分散行列

【0020】

【外6】

$$\mathbf{R}_{xx}(\omega)$$

は式(1)により計算される。

【0021】

【数1】

$$\mathbf{R}_{xx}(\omega) = \begin{pmatrix} Z(\omega) \\ X_1(\omega) \\ \vdots \\ X_M(\omega) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Z(\omega)^* & X_1(\omega)^* & \cdots & X_M(\omega)^* \end{pmatrix} \quad (1)$$

ただし、*は共役を表す。

次に、共分散行列記憶部108では、送受話判定部106の判定結果に基づき、共分散行列

【0022】

【外7】

$$\mathbf{R}_{xx}(\omega)$$

を送話区間の共分散行列

【0023】

【外8】

$$\mathbf{R}_{ff}(\omega)$$

と、受話区間の共分散行列

【0024】

【外 9】

$$R_{SS}(\omega)$$

と、雑音区間の共分散行列

【0025】

【外 10】

$$R_{NN}(\omega)$$

に分けて保持する。

【0026】

次に、フィルタ係数算出部 109 では、送話音声を受音し、エコーおよび雑音を抑圧するフィルタを計算する。まず、各マイクロホン 101₁～102_Mに接続されたフィルタ 103₁～103_Mのフィルタ係数を周波数領域に変換したものを $H_1(\omega) \sim H_M(\omega)$ とし、受話信号をフィルタリングするフィルタ 104 のフィルタ係数を周波数領域に変換したものを $F(\omega)$ とする。次に、これらのフィルタ係数を式 (2) により行列としたものを

【0027】

【外 11】

$$H(\omega)$$

とする。

【0028】

【数 2】

$$H(\omega) = \begin{pmatrix} F(\omega) \\ H_1(\omega) \\ \vdots \\ H_M(\omega) \end{pmatrix} \quad (2)$$

また、受話区間のマイクロホン受音信号の周波数領域変換信号を $X_{E,1}(\omega) \sim X_{E,M}(\omega)$ 、受話信号の周波数領域変換信号を $Z_E(\omega)$ とし、送話区間のマイク

ロホン受音信号の周波数領域変換信号を $X_{S,1}(\omega) \sim X_{S,M}(\omega)$ 、受話区間の受話信号の周波数領域変換信号を $Z_S(\omega)$ とし、雑音区間のマイクロホン受音信号の周波数領域変換信号を $X_{N,1}(\omega) \sim X_{N,M}(\omega)$ 、受話区間の受話信号の周波数領域変換信号を $Z_{NS}(\omega)$ とする。

【0029】

ここで、フィルタ係数行列

【0030】

【外12】

$H(\omega)$

に要求される条件は、マイクロホン受音信号および送話信号をフィルタ係数行列

【0031】

【外13】

$H(\omega)$

でそれぞれフィルタリングし、フィルタリング後の信号を加算したときに、エコー信号と雑音信号が消去され、送話音声信号のみが送話されることである。

【0032】

したがって、受話区間および雑音区間の信号に対しては、フィルタリングおよび加算後の信号が0となる式(3)および式(4)が理想条件となり、送話区間の信号に対しては、フィルタリングおよび加算後の信号がマイクロホン受音信号および受話信号に任意の $M+1$ 行の行列

【0033】

【外14】

$G(\omega)$

を乗じた信号となる式(5)が理想条件となる。行列

【0034】

【外 1 5】

$$G(\omega)$$

は、例えば 1 番目マイクロホン 1 0 2₁の信号のみを取り出す行列

$$【0\ 0\ 3\ 5】$$

【外 1 6】

$$G(\omega) = (0\ 1\ 0\ \dots\ 0)$$

などである。

$$【0\ 0\ 3\ 6】$$

【数 3】

$$(Z_E(\omega)\ X_{E,1}(\omega)\ \dots\ X_{E,M}(\omega))H(\omega) = 0 \quad (3)$$

$$(Z_N(\omega)\ X_{N,1}(\omega)\ \dots\ X_{N,M}(\omega))H(\omega) = 0 \quad (4)$$

$$(Z_S(\omega)\ X_{S,1}(\omega)\ \dots\ X_{S,M}(\omega))H(\omega) = (Z_S(\omega)\ X_{S,1}(\omega)\ \dots\ X_{S,M}(\omega))G(\omega) \quad (5)$$

次に、式 (3) ~ (5) の条件をフィルタ係数行列

$$【0\ 0\ 3\ 7】$$

【外 1 7】

$$H(\omega)$$

について最小二乗解で解けば、式 (6) となる。ただし、 C_E はエコー消去量に対する重みの定数、 C_N は雑音消去量に対する重みの定数であり、値が大きくなるほどエコーおよび雑音の消去量が増加する。

$$【0\ 0\ 3\ 8】$$

【数 4】

$$H(\omega) = \{R_{SS}(\omega) + C_E \cdot R_{EE}(\omega) + C_N \cdot R_{NN}(\omega)\}^{-1} R_{SS}(\omega) G(\omega) \quad (6)$$

以上で、エコーと雑音を抑圧するフィルタ係数を求める式 (6) を導出した。
式 (6) は、共分散行列記憶部 1 0 8 で記憶されている共分散行列、任意の行列

【0039】

【外18】

 $G(\omega)$

および定数 C_E 、 C_N から求めることができる。

【0040】

次に、式(6)により求められたフィルタ係数は、フィルタ部104、103₁～103_Mにコピーされ、マイクロホン受信信号および受話信号をそれぞれフィルタリングする。フィルタリング後の信号は加算器105で加算され、送話信号として出力される。

【0041】

次に、本実施形態の有効性を示すために、図3にシミュレーション結果を示す。シミュレーション条件は、マイクロホン数 M :4、処理前の送話信号対雑音比:約20dB、送話信号対エコー信号比:約-10dB、部屋の残響:300msである。この条件で、送話と受話を交互に繰返し、そのときの送話信号レベルを図3に示す。破線が処理前の送話信号レベルであり、実線が本実施形態により処理した後の送話信号レベルである。以上の結果より、本実施形態はエコー信号を約40dB、雑音信号を約15dB低減していることが分かり、本実施形態が有効であることが確認できる。

【0042】

以上示したように、本実施形態では、複数のマイクロホンで受信信号および受話信号から共分散行列を求め、エコーと雑音を抑圧するフィルタ係数を求め、それらのフィルタ係数でマイクロホン受信信号および受話信号をフィルタリングすることで、エコーと雑音を抑圧した送話信号を得ることができる。

【0043】

(第2の実施形態)

図2は本発明の第2の実施形態の反響消去装置のブロック図である。

【0044】

本実施形態の反響消去装置はスピーカ101とマイクロホン102₁～102_M

とフィルタ 103₁~103_M、104 と加算器 105 と送受話判定部 106 と共分散行列算出部 107 と共分散行列記憶部 108 とフィルタ係数算出部 109 と音源位置検出部 201 により構成される。

【0045】

本実施形態は、送話区間、受話区間、および雑音区間を検出し、送話区間の場合には音源位置を検出し、送話区間、雑音区間および音源位置に対する共分散行列を保存しておき、これらを用いて、雑音とエコーを抑圧するフィルタ係数を求める。これらのフィルタ係数で、マイクロホン受信信号と受話信号をフィルタリングすることで、雑音とエコーを抑圧した送話信号を得るものである。

【0046】

まず、送受話判定部 106 では、第 1 の実施形態と同様に送話区間、受話区間、および雑音区間を検出する。

【0047】

送受話判定部 106 の判定結果が送話区間であった場合に、音源位置検出部 201 は音源の位置を推定する。音源位置の推定方法は、例えば相互相関法による方法がある。

【0048】

M 個のマイクロホンがあると想定し、i 番目マイクロホンと j 番目マイクロホンで受信された信号より求められる受信信号間遅延時間差を

【0049】

【外 19】

$$\tau_{ij}$$

とする。受信信号間遅延時間差は、信号間の相互相関を求め、その最大ピーク位置から求めることができる。次に、m 番目の受信位置を

【0050】

【外 20】

$$(\hat{x}_m, \hat{y}_m, \hat{z}_m),$$

、 n 推定音源位置を

【0 0 5 1】

【外 2 1】

$$(\hat{x}, \hat{y}, \hat{z})$$

と表す。これらの位置から求められる推定受信信号間遅延時間差

【0 0 5 2】

【外 2 2】

$$\hat{\tau}_{ij}$$

は式 (7) で表される。

【0 0 5 3】

【数 5】

$$\hat{\tau}_{ij} = \frac{1}{c} \cdot \sqrt{(x_i - \hat{x})^2 + (y_i - \hat{y})^2 + (z_i - \hat{z})^2} - \frac{1}{c} \cdot \sqrt{(x_j - \hat{x})^2 + (y_j - \hat{y})^2 + (z_j - \hat{z})^2}$$

ただし、 c は音速である。

(7)

次に、受信信号間遅延時間差

【0 0 5 4】

【外 2 3】

$$\tau_{ij}, \hat{\tau}_{ij}$$

に音速 c を乗じ距離に換算したものをそれぞれ受信位置距離差

【0 0 5 5】

【外 2 4】

$$d_{ijk}, \hat{d}_{ij}$$

とし、測定値

【0 0 5 6】

【外 2 5】

$$d_{ij}$$

と推定値

【0 0 5 7】

【外 2 6】

$$\hat{d}_{ij}$$

の二乗平均誤差

【0 0 5 8】

【外 2 7】

$$e(\mathbf{q})$$

を求めれば、式 (8) となる。

【0 0 5 9】

【数 6】

$$\begin{aligned} e(\mathbf{q}) &= \sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=1}^M |d_{ij} - \hat{d}_{ij}|^2 \\ &= \sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=1}^M \left| d_{ij} - \sqrt{(x_i - \hat{x})^2 + (y_i - \hat{y})^2 + (z_i - \hat{z})^2} + \sqrt{(x_j - \hat{x})^2 + (y_j - \hat{y})^2 + (z_j - \hat{z})^2} \right|^2 \end{aligned} \quad (8)$$

ただし、 $\mathbf{q} = (\hat{x}, \hat{y}, \hat{z})$ である。

式 (8) の二乗平均誤差

【0 0 6 0】

【外 2 8】

$$e(\mathbf{q})$$

を最小化する解を求めれば、受信信号間遅延時間差の測定値と推定値の誤差が最小となる推定音源位置を求めることができる。ただし、式 (8) は非線形連立方程式となっており、解析的に解くことは困難であるので、逐次修正を用いた数値

解析により求める。

【0061】

式(8)を最小化する推定音源位置

【0062】

【外29】

$(\hat{X}, \hat{Y}, \hat{Z})$

を求めるには、ある点における勾配を求め、誤差が小さくなる方向に推定音源位置を修正していき、勾配が0となる点を求めればよいので、修正式は式(9)のようになる。

【0063】

【数7】

$$\mathbf{q}_{(u+1)} = \mathbf{q}_{(u)} - \alpha \cdot \text{grad } e(\mathbf{q})|_{\mathbf{q}=\mathbf{q}_{(u)}} \quad (9)$$

ただし、 α は修正のステップサイズ、 $\mathbf{q}_{(u)}$ は、 u 回修正後の \mathbf{q} を表し、gradは勾配を表し、式(10)～式(14)で表される。

$$\text{grad } e(\mathbf{q}) = \left(\frac{\partial e(\mathbf{q})}{\partial \hat{X}}, \frac{\partial e(\mathbf{q})}{\partial \hat{Y}}, \frac{\partial e(\mathbf{q})}{\partial \hat{Z}} \right) \quad (10)$$

$$\frac{\partial e(\mathbf{q})}{\partial \hat{X}} = 2 \sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=1}^M \{d_{ij} - r_i + r_j\} \cdot \left\{ \frac{x_i - \hat{X}}{r_i} - \frac{x_j - \hat{X}}{r_j} \right\} \quad (11)$$

$$\frac{\partial e(\mathbf{q})}{\partial \hat{Y}} = 2 \sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=1}^M \{d_{ij} - r_i + r_j\} \cdot \left\{ \frac{y_i - \hat{Y}}{r_i} - \frac{y_j - \hat{Y}}{r_j} \right\} \quad (12)$$

$$\frac{\partial e(\mathbf{q})}{\partial \hat{Z}} = 2 \sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=1}^M \{d_{ij} - r_i + r_j\} \cdot \left\{ \frac{z_i - \hat{Z}}{r_i} - \frac{z_j - \hat{Z}}{r_j} \right\} \quad (13)$$

$$r_m = \sqrt{(x_m - \hat{X})^2 + (y_m - \hat{Y})^2 + (z_m - \hat{Z})^2} \quad (14)$$

以上、式(9)を繰返し計算することで、誤差が最小となる推定音源位置を求めることができる。

【0064】

次に、共分散行列算出部 107 は、第 1 の実施形態と同様に共分散行列を求める。

【0065】

共分散行列記憶部 108 は、送受話判定部 106 の判定結果および音源位置検出部 201 の位置検出結果に基づき、共分散行列を、受話区間の共分散行列

【0066】

【外 30】

$$R_{EE}(\omega)$$

と、雑音区間の共分散行列

【0067】

【外 31】

$$R_{NN}(\omega)$$

と、各音源位置に対する共分散行列

【0068】

【外 32】

$$R_{S1S1}(\omega) \sim R_{SnSn}(\omega)$$

として保存する。

【0069】

次に、フィルタ係数算出部 109 は、送話音声を受音し、エコーおよび雑音を抑圧するフィルタを計算する。第 1 の実施形態と同様にフィルタ算出の式を導出すれば、式 (15) となる。

【0070】

【数 8】

$$\mathbf{H}(\omega) = \left\{ \sum_{j=1}^n C_{Sj} \mathbf{R}_{Sj}(\omega) + C_E \mathbf{R}_{EE}(\omega) + C_N \mathbf{R}_{NN}(\omega) \right\}^{-1} \sum_{j=1}^n C_{Sj} \mathbf{R}_{Sj}(\omega) \mathbf{G}_j(\omega) \quad (15)$$

ただし、 n は記憶された音源位置数、 $\mathbf{G}_1(\omega) \sim \mathbf{G}_n(\omega)$ は音源位置ごとの任意の $M+1$ 行の行列、 $C_{S1} \sim C_{Sn}$ は各音源位置に対する感度拘束の重みの定数、 C_E はエコー消去量に対する重みの定数、 C_N は雑音消去量に対する重みの定数である。

次に、式 (15) により求められたフィルタ係数は、フィルタ部 104、103₁～103_Mにコピーされ、マイクロホン受信信号および受話信号をそれぞれフィルタリングする。フィルタリング後の信号は、加算器 105 で加算され、送話信号として出力される。

【0071】

以上により、第 1 の実施形態と同様にエコーと雑音を抑圧した送話信号を得ることができる。また、第 2 の実施形態では、複数音源位置について感度を拘束でき、過去に発話した音源に対しても感度を保持しておくことが可能である。したがって、音源位置の移動があっても、過去に発話した音源であれば感度が保持されているので、送話音声の話頭の音質劣化がないという特徴がある。

【0072】

これら以外の部分に関しては、第 1 の実施形態と同じであるので、説明を省略する。

【0073】

(第 3 の実施形態)

本発明の第 3 の実施形態の反響消去装置について説明する。

【0074】

第 3 の実施形態の反響消去装置は、第 2 の実施形態の反響消去装置の各音源位置に対する感度拘束の重みの定数 $C_{S1} \sim C_{Sn}$ を時間的に変化させる装置である。

【0075】

時間的に変化する各音源位置に対する感度拘束の重みを $C_{S1}(t) \sim C_{Sn}(t)$ とする。 $C_{S1}(t) \sim C_{Sn}(t)$ は、過去に発話された音源ほど小さくする。例えば、音源位置検出部 201 の検出結果より i 番目の音源から発音がある区間は、 $C_{Sj}(t)$

= 1 とし、i 番目の音源から発音がない区間では $C_{Sj}(t) = q \cdot C_{Sj}(t-1)$ として、i 番目の音源位置に対する感度拘束の重みを減衰させる。ただし、q は、減衰の時定数を決定するための定数であり、 $0 \leq q \leq 1$ の値をとる。

【0076】

このように各音源位置に対する感度拘束の重みを変化させることにより、過去に発話のあった音源位置に対する感度拘束を減少させることができる。これにより、第 2 の実施形態の反響消去装置に比べ、感度拘束する音源数を抑えることができ、エコーと雑音の抑圧性能を向上することができる。

【0077】

これら以外の部分に関しては、第 2 の実施形態と同じであるので、説明を省略する。

【0078】

(第 4 の実施形態)

本発明の第 4 の実施形態の反響消去装置について説明する。

【0079】

本発明の第 4 の実施形態の反響消去装置は、第 1 ～ 3 の実施形態の反響消去装置のフィルタ係数算出部 109 において、共分散行列

【0080】

【外 33】

$$R_{xx}(\omega)$$

を白色化することを特徴とする。

【0081】

白色化の方法は、共分散行列

【0082】

【外 34】

$$R_{xx}(\omega)$$

の対角成分

【0083】

【外35】

$$\text{diag}(\mathbf{R}_{xx}(\omega))$$

と任意の $M+1$ の行列

【0084】

【外36】

 \mathbf{D}

に基づく重み

【0085】

【外37】

$$1/\{\mathbf{D}^H \text{diag}(\mathbf{R}_{xx}(\omega))\mathbf{D}\}$$

を各々の共分散行列

【0086】

【外38】

$$\mathbf{R}_{xx}(\omega)$$

に乘じることで共分散行列を白色化する。

【0087】

共分散行列の白色化により、フィルタ係数算出部109において求められるフィルタ係数は、送話信号、受話信号、雑音信号のスペクトルの変化に対して変化しなくなる。これにより、スペクトル変化によるエコーと雑音の抑圧性能変化がなくなり、定常的なエコーと雑音抑圧性能を得ることができる。

【0088】

これら以外の部分に関しては、第1～3の実施形態と同じであるので、説明を省略する。

【0089】

(第5の実施形態)

本発明の第5の実施形態の反響消去装置について説明する。

【0090】

第5の実施形態の反響消去装置は、第1～4の実施形態の反響消去装置の共分散行列記憶部108が、過去に記憶されている共分散行列と、共分散行列算出部107により新たに算出された共分散行列を平均して、現在の共分散行列として記憶することを特徴とする。

【0091】

共分散行列の平均は、例えば以下の方法により行われる。

【0092】

過去に記憶されている共分散行列を

【0093】

【外39】

$$R_{xx,old}(\omega)$$

とし、共分散行列算出部107によって算出された共分散行列を

【0094】

【外40】

$$R_{xx,new}(\omega)$$

とし、式(16)によって平均された共分散行列

【0095】

【外41】

$$R_{xx}(\omega)$$

を求める。ただし、 p は平均の時定数を決定する定数であり、 $0 \leq p < 1$ の値をとる。

【0096】

【数 9】

$$\mathbf{R}_{xx}(\omega) = (1-p) \cdot \mathbf{R}_{xx,new}(\omega) + p \cdot \mathbf{R}_{xx,old}(\omega) \quad (16)$$

以上の方法により、共分散行列を平均して記憶することにより、平均前より正確な共分散行列を求めることができる。

【0097】

これら以外の部分に関しては、第1～4の実施形態と同じであるので、説明を省略する。

【0098】

なお、本発明は専用のハードウェアにより実現されるもの以外に、その機能を実現するためのプログラムを、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行するものであってもよい。コンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、フロッピーディスク、光磁気ディスク、CD-ROM等の記録媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク装置等の記憶装置を指す。さらに、コンピュータ読み取り可能な記録媒体は、インターネットを介してプログラムを送信する場合のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの（伝送媒体もしくは伝送波）、その場合のサーバとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含む。

【0099】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、複数のマイクロホンで受音した信号と受話信号をフィルタリングして加算することにより、反響と雑音を抑圧した送話信号を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施形態の反響消去装置を示すブロック図である。

【図2】

本発明の第2の実施形態の反響消去装置を示すブロック図である。

【図 3】

本発明の反響消去効果を示す図である。

【図 4】

従来例の反響消去装置を示すブロック図である。

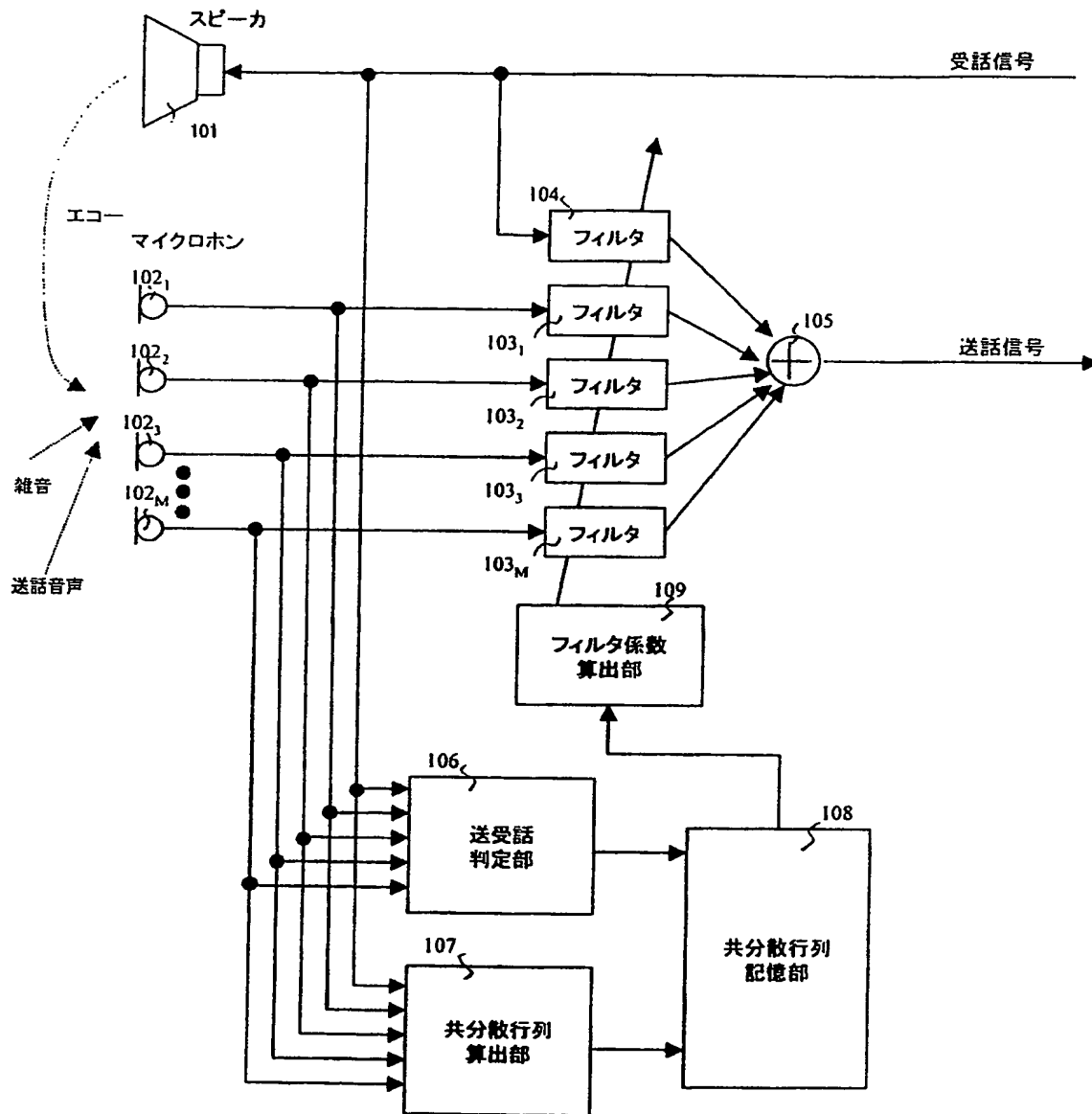
【符号の説明】

- 1 0 1 スピーカ
- 1 0 2₁ ~ 1 0 2_M マイクロホン
- 1 0 3₁ ~ 1 0 3_M フィルタ
- 1 0 4 フィルタ
- 1 0 5 加算器
- 1 0 6 送受話判定部
- 1 0 7 共分散行列算出部
- 1 0 8 共分散行列記憶部
- 1 0 9 フィルタ係数算出部
- 2 0 1 音源位置検出部
- 2 1 雑音抑圧部
- 2 2 エコー抑圧部
- 2 1 3₁ ~ 2 1 3_M フィルタ
- 2 1 7 有音・無音検出部
- 2 1 8 共分散行列算出部
- 2 1 9 共分散行列記憶部
- 2 1 4 加算器
- 2 1 5 フィルタ係数算出部
- 2 2 5 擬似エコー生成部
- 2 2 6 減算器

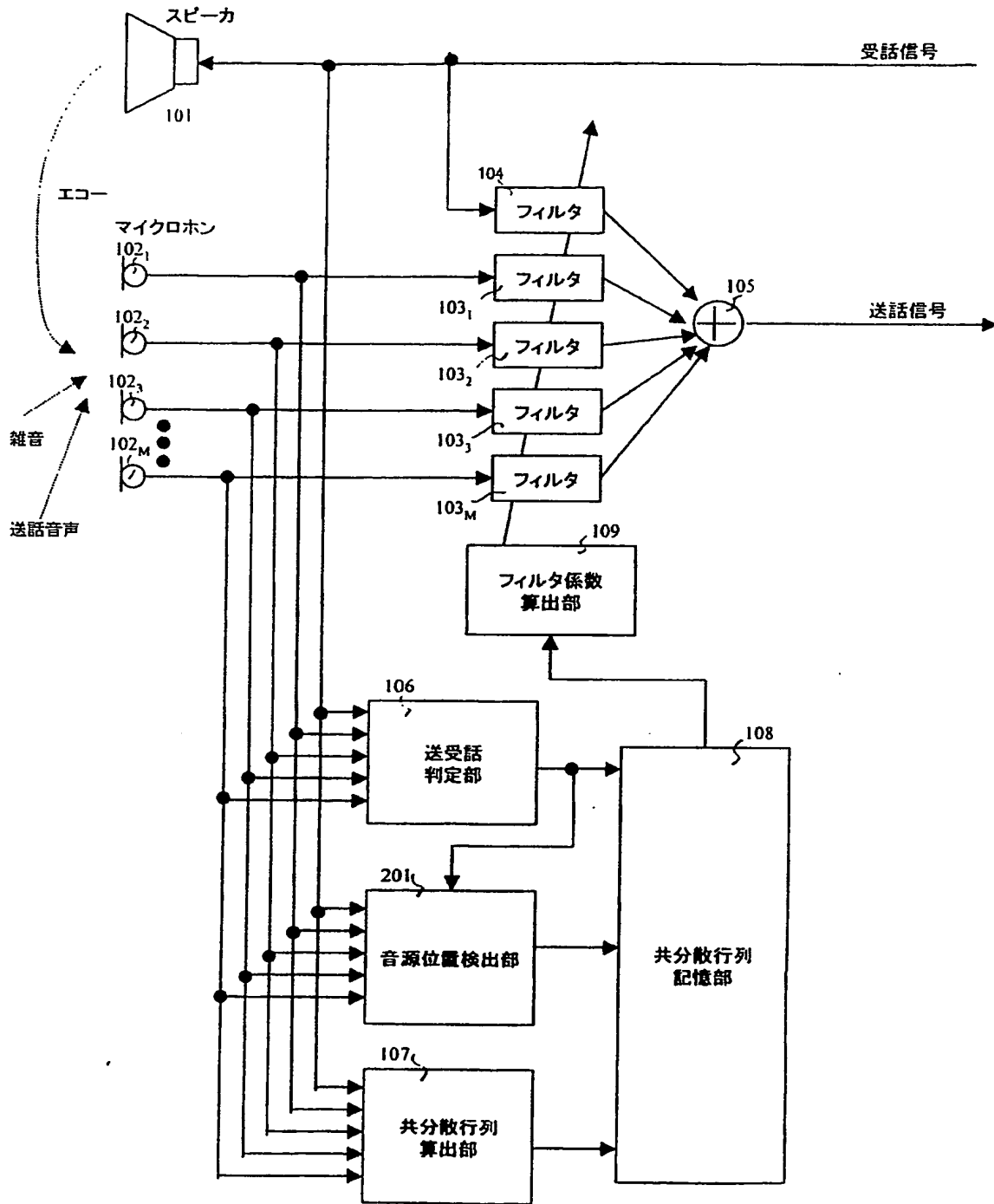
【書類名】

図面

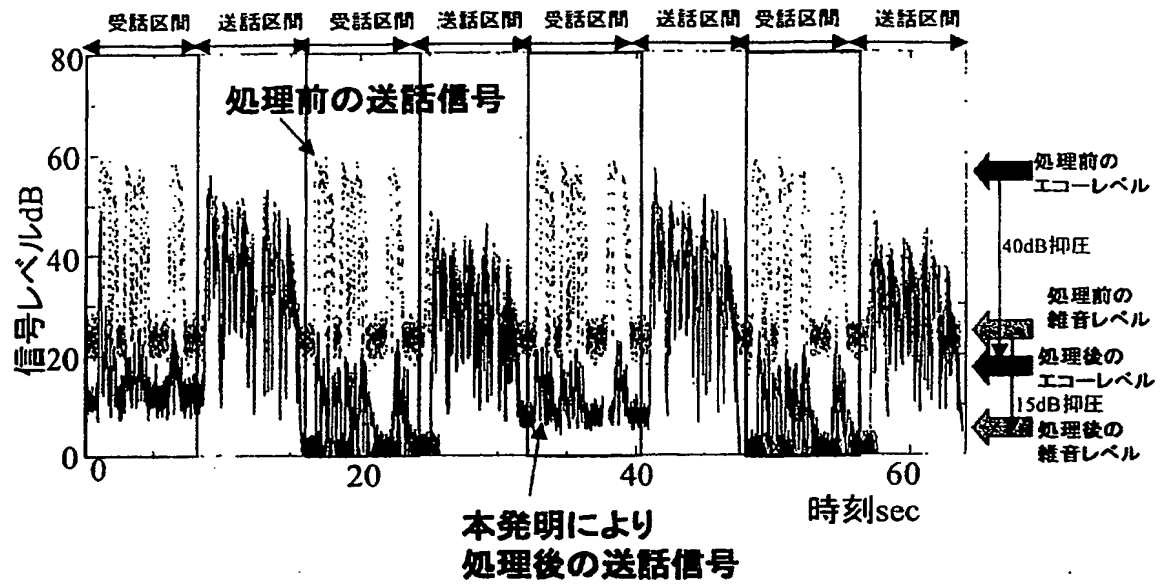
【図 1】



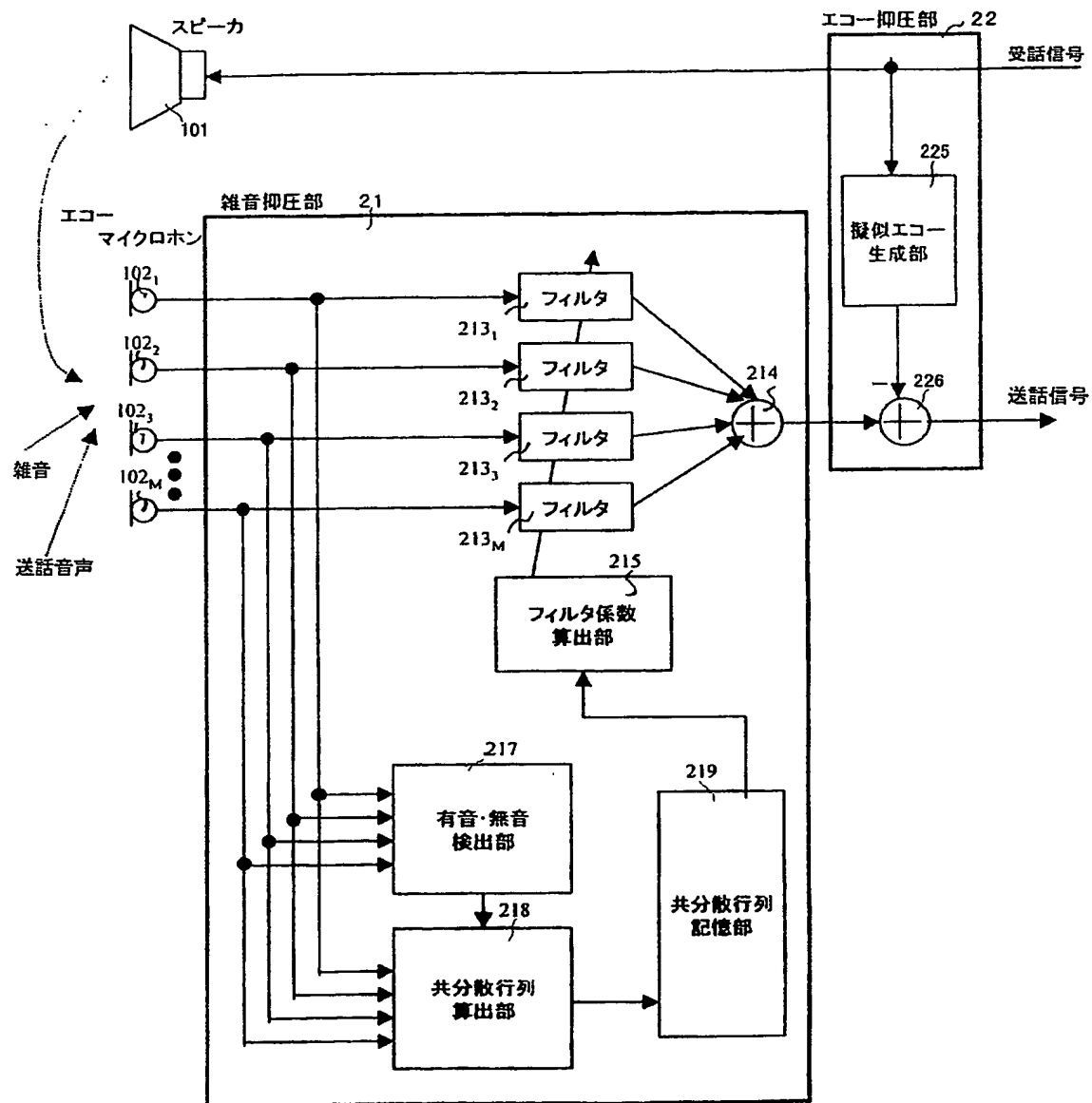
【図 2】



【図 3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数のマイクロホンを用いた雑音抑圧技術とエコー抑圧技術を接続する場合において、雑音抑圧部による送話時のエコー経路伝達特性の変動が生じても高いエコー抑圧を維持する。

【解決手段】 送受話判定部106はマイクロホン102₁～102_Mの各々で受信されたマイクロホン受信信号と受話信号から、送話区間、受話区間、雑音区間を判定する。共分散行列算出部107はマイクロホン受信信号と受話信号から共分散行列を算出する。共分散行列記憶部108は送受話判定部106の判定結果に基づき、共分散行列を送話区間、受話区間、雑音区間ごとに記憶する。フィルタ係数算出部109は共分散行列に基づく演算式を用いて雑音およびエコーを抑圧する複数チャネルのフィルタ係数を算出する。フィルタ104、103₁～103_Mは受話信号およびマイクロホン受信信号を各々フィルタリングする。加算器105はフィルタ104、103₁～103_Mの出力信号を加算する。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 3 0 6 7 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 2 2 6]

1. 変更年月日 1 9 9 9 年 7 月 1 5 日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号
氏 名 日本電信電話株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.